

# Simulació computacional d'incendis en edificis

Ana María Lacasta

La possibilitat de veure en un ordinador, mitjançant una simulació numèrica, com es desenvolupa un hipotètic incendi en un determinat recinte o edifici, ofereix un ampli ventall d'aplicacions en l'àmbit de la Seguretat contra Incendis, tant a nivell de projecte i anàlisi de mesures preventives com en l'àrea de la investigació post-sinistre.

En la propagació d'un incendi en un edifici intervenen molts processos fisicoquímics de gran complexitat: moviment turbulent dels gasos, reaccions de combustió, transmissió de la calor,... L'avenç en el coneixement científic de tots aquests processos, unit a un increment constant de la capacitat i velocitat computacional dels ordinadors, fan possible la resolució de problemes cada cop més complexes i la creació de models de simulació cada cop més realistes.

Existeixen dos tipus de models de simulació de propagació del foc en espais tancats: els anomenats "models per zones" i els "models de camp". En els models per zones, que són més senzills, es divideix el recinte a analitzar en dos regions o zones separades per una interfície: una calenta, situada en la part superior del recinte, i un altre freda situada en la part inferior. Es té en compte un intercanvi de massa i de calor entre les dues zones, així com la sortida a l'exterior de gasos calents de la capa superior i l'entrada de gasos freds a la capa inferior. Aquests tipus de models permeten predir com evolucionaran les temperatures de cada zona i la posició de la interfície, però no poden donar detalls sobre les distribucions espacials de temperatures o d'altres propietats físiques. Exemples de programes de simulació que utilitzen models per zones són: CFAST (NIST, Estats Units), OZONE (Universitat de Liege, Bèlgica).

Els models de camp permeten tractar una determinada situació d'incendi molt més detalladament que amb els models per zones i se'n pot extreure molta més informació. El problema és que requereixen més recursos, són més complicats d'us i consumeixen un temps de càlcul computacional considerable. A diferència dels models per zones, aquí es divideix el recinte en un gran nombre de petits elements o cel·les. Per cada cel·la es van calculant, en cada interval de temps, els valors de temperatura, velocitat i concentració de gasos, mitjançant la resolució de les equacions que governen el sistema. Dins d'aquestes equacions es troben les equacions de conservació de massa, energia i moment (equacions de Navier-Stokes) així com les equacions de transferència de calor i les que conformen el procés de combustió. Les equacions complertes són enormement complexes i sempre cal fer certes aproximacions. Per aquest motiu és molt important la feina de validació dels models comparant-los amb resultats obtinguts en incendis reals.

Els factors que afecten al desenvolupament d'un incendi real i que, per tant, un bon model de camp ha de tenir en compte són, entre d'altres:

- les característiques i la localització de la font d'ignició
- les dimensions i geometria de l'espai on es propaga el foc
- les característiques (dimensions, tipus, ubicació...) de tots els elements combustibles presents (per exemple mobles de fusta, matalassos o sofàs) així com les propietats de tots els materials.
- les dimensions i la ubicació de les obertures, com finestres i portes, i les accions sobre elles, és a dir, si es tanquen o s'obren en un moment donat.
- la presència de ruixadors.

Alguns exemples d'aquest tipus de simuladors són: FDS (Fire Dynamics Simulator, NIST, Estats Units), SOFIE (Simulator of Fires in Enclosures, Universitat de Granfield, UK) o JASMINE (Analysis of Smoke Movement, FRS, UK). Aquest tipus de softwares creen fitxers de sortida que mostren dades com la calor alliberada, la massa total i parcial de les espècies químiques presents, la temperatura o la pressió. Generalment es complementen amb programes de visualització que tradueixen les dades numèriques obtingudes i les mostren en un entorn gràfic. El FDS es complementa amb el "Smokeview", que entre d'altres coses mostra, en forma de pel·lícula, la dinàmica del foc i del fum en un escenari determinat. També pot mostrar com evolucionen les distribucions espacials de quantitats com la pressió, la concentració d'oxigen o la temperatura.

En aquest article mostrem dos exemples estudiats pel nostre Laboratori del Foc utilitzant el programa FDS i el visualitzador Smokeview. El primer cas simula un escenari relativament simple. Es tracta d'un contenidor ubicat al Parc de Bombers de Reus, utilitzat pels bombers en les seves pràctiques. El material combustible es localitza en un dels seus extrems, on s'origina el foc, i durant l'evolució es van obrint i tancant les obertures del contenidor (portes i xemeneia). En la imatge superior es mostra, per un determinat instant de temps, les condicions de fum i flames. En la segona imatge es representa la distribució de temperatures mitjançant una escala de colors (vermell per la temperatura més alta, blau per a la més baixa).

El segon exemple pretén reproduir un incendi real produït a un habitatge. Es tracta per tant d'un escenari més complicat, amb molts elements a tenir en compte i dels quals no es pot tenir una informació completa ni molt detallada. Les imatges mostren, en un determinat moment, el fum, les flames i la distribució de temperatura, tant a l'interior com en un pla horitzontal situat a una determinada alçada.

Simulacions computacionals com aquestes permeten la verificació d'hipòtesis sobre l'evolució d'incendis reals. També permeten analitzar la influència de diferents factors (com materials, dimensions o sistemes de ventilació) en la propagació del foc, així com l'efecte d'introduir sistemes de protecció tipus ruixador. Són per tant una eina de gran utilitat tant en l'àmbit de la investigació d'incendis com en la realització de projectes o dissenys. De fet el "Código Técnico de la Edificación CTE DB-SI", amb un enfocament basat en prestacions, obre les portes a l'utilització d'aquestes eines de simulació.

## ***Bibliografia***

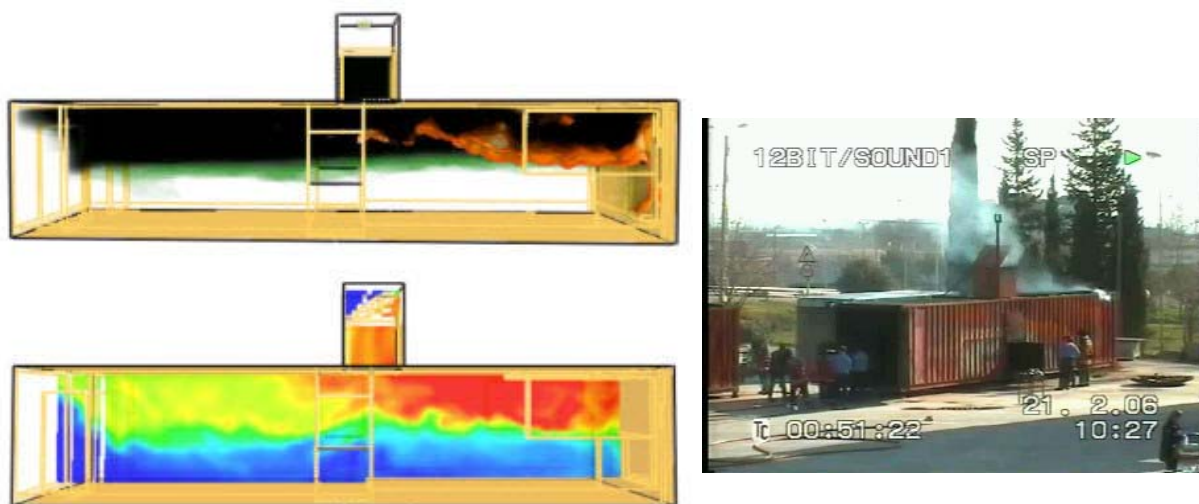
*Modelado y simulación computacional de incendios en la edificación*, D. Alvear, Ediciones Díaz de Santos, 2007.

*La modelización de los efectos del fuego. Tipos de modelos*. G. Lozano, Revista de la APICI nº 3, pag. 22 (2005): <http://www.apici.es/ici.htm>

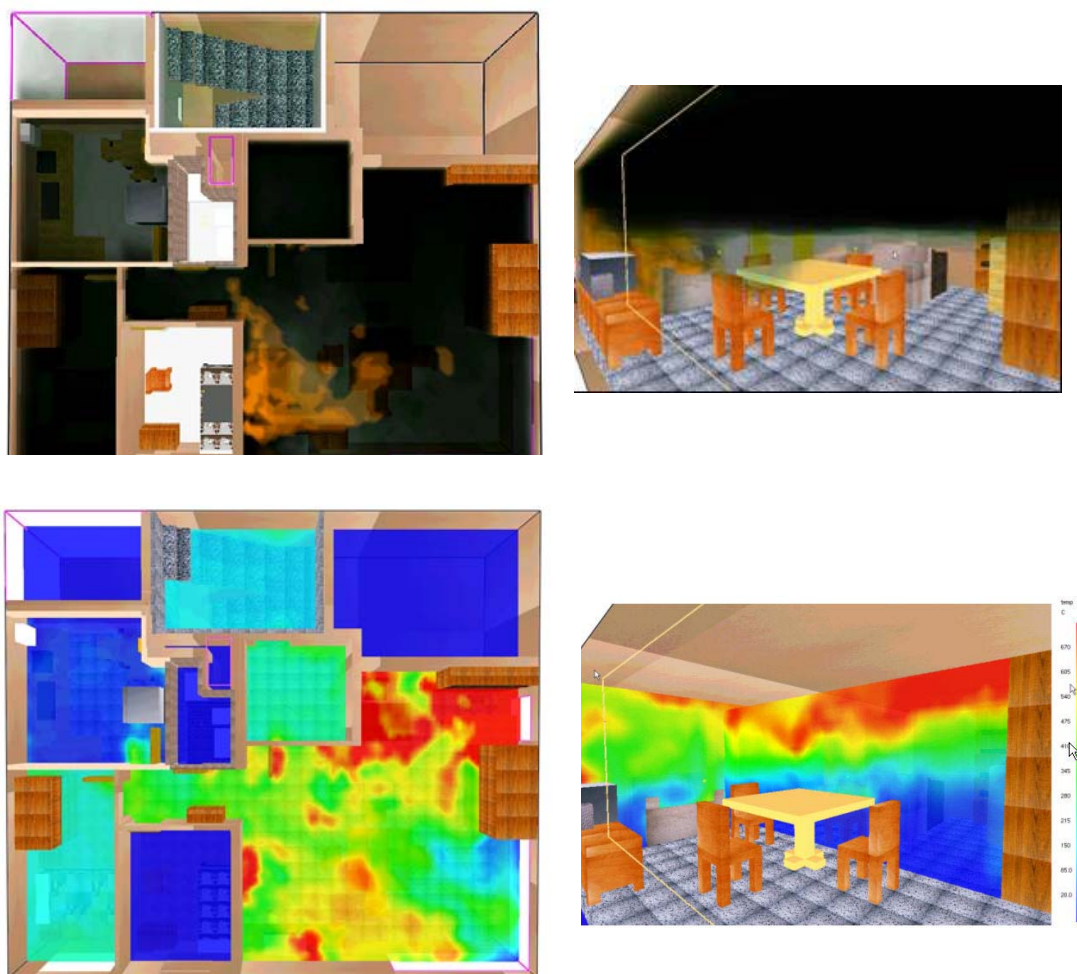
Programa OZONE, Universitat de Liege (Bèlgica):  
<http://www.ulg.ac.be/matstruc/Download.html>

Programa FDS, National Institute of Standards and Technology (NIST):  
<http://www.fire.nist.gov/fds>

International Survey of Computer Models for Fire and Smoke:  
<http://www.firemodelsurvey.com>



Exemple 1. Simulació de la propagació del foc en un contenidor utilitzant el FDS. A la dreta es mostra el contenidor real, situat al Parc de Bombers de Reus.



Exemple 2. Simulació que reproduïx la propagació d'un incendi real en un habitatge.